

FORMATION METHOD OF UNIFORM ARRAY WITH SHARP TIP

Publication number: JP8036967

Publication date: 1996-02-06

Inventor: DEBITSUDO EI Kiyasei; KEBIN TEIJIYADEN

Applicant: MICRON TECHNOLOGY INC

Classification:

- international: C23F4/00; H01J9/02; C23F4/00; H01J9/02; (IPC1-7):
H01J9/02; C23F4/00

- european: H01J9/02B2

Application number: JP19940337591 19941228

Priority number(s): US19940184819 19940121

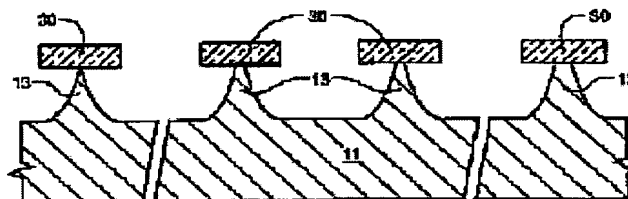
Also published as:

 DE19501387 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP8036967

PURPOSE: To provide a method for forming a substantially uniform array of atomically sharp emitter tips. **CONSTITUTION:** This method includes a process for sectioning an array by pattern-disposing a substrate 11 together with masks 30, a process for forming tips 13 by executing isotropic etching on this array, and a process for removing the masks 30 at the point of time when substantially all of the tips have become sharp. The masks 30 have such composition and structure as they can remain with their balance kept on the apex of the tips 13 until all the tips 13 come to have substantially the same shape and are used for forming an array having substantially uniform tips 13.



3/9

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-36967

(43) 公開日 平成8年(1996)2月6日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J 9/02	B			
C 2 3 F 4/00	A	9352-4K		
	E	9352-4K		

審査請求 有 請求項の数10 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-337591

(22) 出願日 平成6年(1994)12月28日

(31) 優先権主張番号 08/184819

(32) 優先日 1994年1月21日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 591020009

マイクロン・テクノロジー・インコーポレ
イテッド

MICRON TECHNOLOGY, I
NCORPORATED

アメリカ合衆国、83706 アイダホ州、ボ
ーズ、イースト・コロンビア・ロード
2805

(72) 発明者 デビッド・エイ・キャセイ

アメリカ合衆国、83703 アイダホ州、ボ
ーズ、ノース・ウォーターセッジ 5193

(74) 代理人 弁理士 田澤 博昭 (外1名)

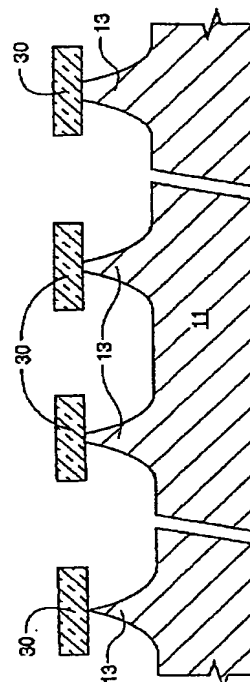
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋭利な先端を有する均一なアレーの形成方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、極めて鋭利なエミッタ端 (13) のほぼ均一なアレーを形成する方法を提供することを目的とする。

【構成】 本発明の方法は、基板 (11) をマスク (30) とともにパターン配置してアレーを区画する工程と、このアレーに等方性エッチングを施して尖端 (13) を形成する工程と、ほぼすべての尖端 (13) が鋭利になった時点でマスク (30) を除去する工程を含む。マスク (30) は、すべての尖端 (13) がほぼ同じ形状になるまで、尖端 (13) の頂点でバランスを保って留まることができるような組成と構成を有し、ほぼ均一な尖端 (13) のアレーを形成するのに用いられる。



FP05-0100-
0000-SE
05.7.05
REPORT

【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋭利なエミッタ端（13）のほぼ均一なアレーの形成方法であって、

基板（11）をマスクして、マスクを装着したアレーを形成する工程と、

前記基板（11）をプラズマエッチングして先端（13）のアレーを形成する工程であって、この基板のプラズマエッチングは、前記マスク（30）が前記先端（13）の上にバランスを保ってとどまっている間アンダーカットが完了した後も継続される工程と、

電子エミッタとして働く前記先端（13）のほとんどすべてが鋭利になったとき、前記マスク（30）を除去する工程を含む方法。

【請求項2】 鋭利な先端（13）のほぼ均一なアレーの形成方法であって、

基板（11）をマスクする工程と、

前記基板（11）をエッチングして鋭利な先端（13）のアレーを形成する工程であって、この基板のエッチングは、前記マスク（30）が前記先端（13）の上にバランスを保ってとどまっている間、前記アレー先端（13）の多数がほぼ均一な鋭利度になるまで、アンダーカットが完了した後も継続される工程と、

前記マスク（30）を除去する工程を含む方法。

【請求項3】 ほぼ同じ高さとし形状を有する鋭利な先端（13）のアレーをエッチングする方法であって、

基板（11）をマスクする工程と、

前記基板（11）の一部を選択的に除去してマスクで覆われた先端（13）のアレーを形成する工程であって、この基板の一部の選択的除去は、前記マスク（30）が前記マスクで覆われた先端（13）の上にバランスを保ってとどまっている間、アンダーカットが完了した後も継続される工程と、

前記マスクで覆われた先端（13）の多数が、支柱の上で釣り合った板に似た形状になったときに、前記マスク（30）を除去する工程を含む方法。

【請求項4】 テーパ付けされた構造物（13）を微細機械加工する方法であって、

非晶質シリコンと単結晶シリコンの少なくとも一つを含む基板（11）をマスクする工程と、

前記マスク（30）が先端と縁部の少なくとも一つを含む前記構造物（13）のテーパ付けされた頂点の上にバランスを保ってとどまっている間、前記基板（11）をアンダーカットの完了した地点を越えてプラズマエッチングする工程を含む方法。

【請求項5】 前記マスク（30）はハードマスクである請求項1ないし4のいずれか一項記載の方法。

【請求項6】 前記マスク（30）は直径約1 μ mの円のアレーとしてパターン配置される請求項5記載の方法。

【請求項7】 前記ドライエッチングに用いるガスはフ

ルオロカーボンと不活性ガスを含む請求項1ないし4のいずれか一項記載の方法。

【請求項8】 前記先端（13）の多数はほぼ同じ高さである請求項1ないし4のいずれか一項記載の方法。

【請求項9】 前記方法はさらに、前記マスキングに先立って前記基板の上に二酸化ケイ素を約0.1 μ mの厚さまで蒸着する工程を含む請求項1ないし4のいずれか一項記載の方法。

【請求項10】 前記マスキングはさらに、前記二酸化ケイ素（30）の上にレジスト（32）の層を蒸着する工程を含む請求項9記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ディスプレイ技術に係り、特に極めて鋭利な電界放出端のアレーの製造に関する。

【0002】

【従来の技術】電界放出ディスプレイの明瞭さあるいは解像度は、エミッタ端の鋭利さを含む多くの要因の関数である。本発明の方法は、非常に鋭利なカソードエミッタ端の製造に向けたものである。

【0003】冷陰極端の形成に係る領域では、非常に多くの研究がなされてきた。例えば「Spindt」の特許、米国特許第3,665,241号、同第3,755,704号、同第3,812,559号および同第5,064,396号参照。また米国特許第4,766,340号「冷陰極を有する半導体装置」、および同第4,940,916号「微小な点をもつ電界放出カソードを備えた電子源およびこの電子源を用いた電界放出により励起されるカソードルミネッセンスによるディスプレイ手段」参照のこと。

【0004】エミッタ端のアレー形成に対する最近のアプローチは、マスクを使ってシリコンをエッチングし、尖端構造体を形成しようというものであるが、これでは尖端は完全には形成されない。すなわち、鋭利な尖端をエッチングする前に、マスクは除去されるか剥がされる。このアプローチの考えは、マスクが尖端の頂点から除去される前の段階でエッチングを行うというものである。例えば、Marcusらの米国特許第5,201,992号「テーパ付き微小シリコン構造体の製造方法」参照。

【0005】従来技術によれば、エッチングは、マスクが尖端の頂点から外れるのを防止するため、マスクが完全にアンダーカットされる前に終止させなければならないとなっている。もしエッチングがそのような環境で進行すると、ドライエッチングの最中マスクが尖端の側面もしくは基板に乗っかるため、尖端はだらりと垂れ下がって不均一になり、図9に示すように、尖端の頂点は不良となる。このような状況が生ずると、マスクの材料がランダムに基板の周りに到達して、マスクをしてはいけな領域にまで入り込み、汚染（コンタミネーション）の問題も発生する。そしてエッチングを続けると、被エ

エッチング材料は尖端がランダムに配置された好ましくない構造になる。

【0006】もし、マスクが除去された後もエッチングを続けると、尖端はよりなまくなものになる。これは、エッチング剤たる化学物質があらゆる方向において被エッチング材料を侵食し、尖端の側面だけでなくその露出された頂点をも侵食するためである。さらに、マスクがドライエッチングによる物理的なイオン衝撃によって除去されるときは、尖端の頂点は劣化することもある。

【0007】そこで、これまでの傾向は、アンダーエッチング（尖端の頂点に微小な点が形成される前にエッチングを停止すること）によって「フラットトップ(flat top)」と呼ばれる構造体を形成しようというものであった。ついで尖端を鋭利にするためには、典型的には酸化処理を行う。しかし、この方法ではエッチングはアレー全体に不均一なものになり、各尖端は異なる高さで形状をもつようになる。

【0008】また、他の研究者は、エッチングによって尖端を形成しようとした。しかし、彼らは本発明のようにマスクをアンダーカットしようとはせず、さらに本発明のように、製造に要求されるあそびを許容しながらも尖端に劣化をもたらさないようにして、マスクのアンダーカット地点を越えてエッチングを継続しようとしなかった。むしろ、彼らは、尖端が完全にアンダーカットされる前にマスクを除去して、そこから尖端を鋭利にしようとした。従来技術にみられる湿式によるシリコンのエッチングによれば、マスクは、アンダーカットが完了した時点で尖端の頂点から脱落し、エッチング浴を汚染して、マスクの状態を不良にし、尖端頂点を劣化させ

る。

【0009】各尖端の間に不均一が存在すると、ディスプレイの製造における続く工程、特に化学・機械的な面の平坦化工程にも不都合が生じる。例えば米国特許第5,229,331号「化学・機械研磨技術を用いた冷陰極エミッタ端の周囲における自己整列型カソードの形成方法」、および同第5,186,670号「自己整列型ゲートおよびフォーカスリングの製造方法」（ともにMicron Technology社に譲渡済）参照。不均一は、もしウエハ全体にわたる徐々の変化に対抗する急激な変化をもたらすものであれば、特に支障が大きい。

【0010】すなわち、今日の技術では、尖端の均一なアレーを製造することは、多くの理由により、非常に困難である。例えば、ウエハ全体においてエッチングに変動があるだけで、エッチングの終了時間に差が出てくる。

【0011】一般的にいつて、プラズマエッチングでは、例えば通常の10～20%の5%を越える均一度を得ることは困難である。これは、これまでの方法では、エミッタ端における「フラットトップ（平らな表面）」

の大きさが変化するということである。さらに、尖端を鋭利にするのに必要な酸化処理は、その均一度を20%まで変化させ、アレーの様々な尖端に不均一をもたらすおそれを増大させる。

【0012】尖端の高さおよび他の重要な寸法も、その均一性において同じ効果を被る。マスクの均一性および被エッチング材料における変動は、エッチングの均一性の問題を増大させる。

【0013】このため、業界では尖端についてほぼ均一で安定な結果が得られる製造方法が求められていた。エミッタ端のアレーの製造においては、尖端は、特にその上部において、高さ、アスペクト比、鋭利さ、および一般的な形状が偏差が最小の均一なものでなければならない。

【0014】

【課題を解決するための手段および作用】本発明の方法においては、鋭利なエミッタ端を形成するのに、ドライエッチング（プラズマエッチングともいう）を用いる。プラズマエッチングは、エッチングガスの使用を通して材料を選択的に除去する。このエッチングは、反応を促進するためにプラズマエネルギーを用いる化学的な方法である。エッチングの正確さを制御する要因には、基板の温度、エッチング時間、エッチャントのガス組成、圧力、供給する高周波の電力、およびエッチングに係るハードウェアの配置などがある。

【0015】マスクは、シリコン基板を露出するように形成され、この基板はついで鋭利なエミッタ端を形成するようエッチングにかけられる。

【0016】本発明の方法は、比較的な自由なアスペクト比および高さをもつ鋭利な先端を、単一の工程（すなわちその場で処理する）あるいは多段階のプラズマドライエッチングによって製造するのに用いられる。

【0017】本発明は、ある条件下、特に尖端が層あるいは基板にエッチングすることによって形成される場合には、非常に大きな製造ウィンドーを用いる。このとき、層の厚さは、マスクで覆われていない領域（つまり尖端化しない領域）で先端をエッチングしている間には、その層が消失しないようなものにする。

【0018】本発明の好ましい態様においては、マスクをアンダーカットして鋭利な先端を形成するドライエッチング工程は約2.3秒間続く。このオーバーエッチング（過エッチング）は、尖端の外観にはほとんど変化をもたらさずに行われる。尖端の形状は、再現性のよいものになる。これは、マスクが、形成される電界放出領域に対して定位置にとどまるよう、最適なものにされているためである。先端は、水平方向だけでなく、垂直方向にもエッチングされる。そして各尖端の形状は、水平方向のエッチング速度が垂直方向のその4倍以内のときには、外観上均一なものになる。最も均一な形状が得られるのは、垂直方向のエッチング速度が水平方向のそれ

の2倍のときである。

【0019】本発明においては、これまでの知見に反して、先端頂点のドライエッチングを最後の点まで行い、マスクが均衡位置におけるシーソー、すなわち先端の頂点においてほぼ完全にバランスをとったシーソーのようになるという製造時の要件を付加するようエッチングを継続する。

【0020】本発明の好ましい態様においては、基板は抵抗率が14~21オーム・cm、P型で、(100)の面指数を有する単結晶シリコンで、これから先端を形成する。マスクは、好ましい態様においては厚さ0.1μm、直径1μmの円形であり、二酸化ケイ素からつく

る。これまでの技術とは異なり、マスクの大きさと材料は、特定の材料に対して特定のエッチングを行うことができ、またマスクが先端に接着して、先端の形状と均一性に悪影響を与えることなくアンダーカット地点を越えてオーバーエッチングが可能になるようなものにする。

【0021】このようなマスクのバランスが保たれる理由は、マスクと先端の間に、ファンデルワールス力、静電気力および電気化学的力などの引力が働くためと考えられる。

【0022】後述の表1では、抵抗率が14~21オーム・cm、面指数(100)のp型シリコン単結晶でできた先端について、エッチング条件とマスクの組成・大きさを種々に変えた実験を行った。しかし、厚さ1μmのHPR6512フォトレジスト(Hunt Photoresist)と厚さ0.1μmの熱二酸化シリコンを積層したものから形成したマスクは、本発明の使用には適さないことが分った。つまり、このマスクは、エッチングの最中先端から外れ、不良品の先端をつくり出してしまうのである。これは、エッチングマスクのかさによるものと考えられる。

【0023】他に本発明の使用に適さないと分ったマスクは、厚さ0.4μmの酸化物製マスクとHPR6512フォトレジストだけからなる厚さ1μmのマスクである。

【0024】しかし、厚さ0.1μmの熱酸化物からつくったマスクは、本発明において非常に良好な結果を示した。厚さ0.05μmの熱酸化物からつくったマスクについても同様であった。

【0025】本発明の方法の利点の一つは、より均一な大きさ分布をもつ先端を形成できることである。もう一つの利点は、極めて鋭利な先端の良好な分布を実現できるということで、この先端はさらなる処理によってより鋭利さを増すこともできる。しかし、この先端はエッチングだけで十分使用に耐えるものを形成することができる。本発明のさらなる利点は、所望の先端の形状を劣化させることなくドライエッチングによるオーバーエッチングが可能な方法を提供することである。

【0026】本発明の方法の一例は、鋭利なエミッタ

端のほぼ均一なアレーを形成する方法を含む。この方法は、基板をマスクでパターニングしてアレーを区化する工程と、アレーをドライエッチングして先端を形成する工程と、ほぼすべての先端が鋭利になった時点でマスクを除去する工程を含む。

【0027】本発明の方法の他の様相は、マスクで覆われた基板を、アレーのほぼすべての先端が実質的に均一な形状となるまで連続的にエッチングして極めて鋭利な先端のほぼ均一なアレーを形成する工程と、ついでマスクを除去する工程を含む。

【0028】本発明の方法のさらに他の様相は、鋭利な先端のアレーを各先端がほぼ同じ高さで形状を有するようにエッチングする方法であって、基板をマスクする工程と、前記基板の一部を選択的に除去して先端のアレーを形成する工程と、先端の多数が支柱の上で釣り合った板に似た形状になったときにマスクを除去する工程を含む方法に係る。

【0029】一つの先端が鋭利になったときでも、しばらくの間、エッチングは、マスクのアンダーカット地点を越えて、少量の材料が先端のままだに頂点から除去されたときに先端とともに落下するマスクとともに継続される。このため、エミッタ端は、一度先端となるまでエッチングされると、この形状は固定的なものになる。基板上のすべての先端は、これらが鋭利になるまで、そして、これらがほぼ同じ高さ、アスペクト比および鋭利さをもつようになるまでエッチングされる。

【0030】エミッタ端をさらに鋭利にするためには、電界放出に要求される低電場とともに、先端の酸化が行う。この酸化は、本発明の方法でエッチングした先端の場合、よりよく制御され、また効率的に利用することができる。これは先端の形状が変化することなく、維持されるためである。

【0031】

【実施例】図2は、ディスプレイセグメント22を採用した代表的な電界放出ディスプレイを示す。各ディスプレイセグメント22は、上方の画素もしくは画素の一部、例えばレッド／グリーン／ブルーの三原色を組合せた画素のグリーンのドットを表示することができる。基板11として好ましいのは、シリコンの単結晶であるが、電流を通ずることのできる材料が基板の上にあるならば、マイクロカソード13を形成するためのパターン配列とエッチングができるよう、ガラスもしくは他の組成物からつくった基板の上に非晶質のシリコンを蒸着したものを用いることができる。

【0032】電界放出箇所においては、基板11の上にマイクロカソード13が形成される。マイクロカソード13は、ピラミッド形、円錐形、あるいは電子放出のための微細な先端を有する他の幾何形状など種々の形状につくった隆起である。マイクロカソード13の周りにはグリッド15を配置する。そして、カソード13とグリ

10

20

30

40

50

ッド15の間に電源20を通して電位差が与えられると、電子17の流れが、蛍光体を塗布したスクリーン16に向けて放出される。スクリーン16はアノードである。

【0033】電子放出端13は、基板11と一体になっており、カソードとして働く。一方、ゲート15は電界ポテンシャルを対応するカソード13に印加するグリッドとして働く。

【0034】基板または一もしくはそれ以上の導電層を蒸着したもの（例えばクロムとアモルファスシリコンの二層）から形成されるカソード13の上には、誘電体層14が蒸着される。誘電体層14はまた、電界放出位置に開口を有する。

【0035】ベースプレート21とフェースプレート16の間は、エミッタ端13が正常に働くよう真空にされるため、フェースプレート16とベースプレート21の間には、大気圧に抗してフェースプレート16を支えるスペーサ18が設置される。

【0036】本態様におけるベースプレート21は、冷陰極放出体13と、この放出体13を形成する基板11、絶縁層14およびアノードとなるグリッド15を含むアドレス指定可能なマトリックス状のアレーからなる。

【0037】本発明の方法においては、マスクの寸法、エッチングガスの構成比およびプラズマエッチングの際の種々のパラメータを調整することにより、先端13の寸法を決定・制御することができる。マスク30の組成と寸法は、このマスクがエミッタ端13の頂点でバランスを保って留まり、エミッタ端13の過エッチングの際、その頂点の中央に位置する能力を左右する。「過エッチング」とは、アンダーカットが完了した後のエッチングを継続する時間を指す。「アンダーカット」とは、マスク30が最初に設置された縁まで横方向にエッチングを進めることをいう。

【0038】図3は、ガラス、ポリシリコンその他のエミッタ端13を形成できる材料の上に形成したアモルファスシリコン基板11を示す。本明細書においては先端13について述べるが、本発明の方法は鋭利な縁部の微細機械加工にも適用できる。電界放出装置のエミッタには、鋭利な縁部も用いられる。

【0039】本発明は、好ましい態様においては、単結晶シリコンを含む基板11を用いるが、ポリシリコン、アモルファスシリコン、炭素、その他の金属を蒸着したものや、他の基板材料も用いることができる。そして、これらの基板材料は、サファイア上にシリコンを配したSOS(silicon on sapphire)のような材料でもよいが、典型的には半導体ウエハである。したがって、ここでは「ウエハ」という語は、本発明のエミッタ端13を形成する基板11の意味で用いる。

【0040】基板11は、その上に蒸着または成長させ

たマスク30を有する。本態様においては、ウエハの上に、マスク30として働く厚さ0.1 μ mの二酸化ケイ素の層を形成する。先端の形状と大きさおよびエッチング条件は、先端13の材料によって異なる。これは電気化学的力、静電力、ファンデルワールス力および相互表面力が材料によって異なるからである。

【0041】マスク30は、その厚さがエッチング工程中に完全に消失しないようなもので、しかもエッチングの最中マスクを先端13に対して正しい位置に保つ接着力を損なうことのない厚さとなるよう、適当な材料からつくられる。

【0042】所望のマスク材料を基板上に直接パターン配置できない場合は、フォトレジスト32あるいは他の保護部材をマスク30上にパターン配置する。フォトレジスト32をパターン配置する場合は、最も好ましい形状はドットもしくは円形である。

【0043】ところで、将来の態様としては、フォトレジスト32を、アンダーカット完了の後マスクを先端13の頂点でバランスを保たせるのに最適な性質と大きさをもつマスク30自身として使用することが企図されている。

【0044】次の工程は、フォトレジスト32で覆われなかった箇所でのマスク30の選択的な除去である（図4）。このマスク30の選択的な除去は、好ましくは湿式の化学エッチングで行う。マスク30が二酸化ケイ素でできている場合は、HFの水溶液を用いる。しかし、物理的除去やプラズマエッチングを含む業界で知られた他の適当な方法でもよい。

【0045】プラズマエッチングで除去する場合は、二酸化ケイ素のエッチングに用いる典型的なエッチャントは、これに限定するものではないが、塩素とフッ素を含み、典型的なガスとしてはCF₄、CHF₃、C₂F₆およびC₃F₈がある。マスクが酸化物の場合は、フッ素と酸素も用いられる。本発明者らの実験においては、CF₄、CHF₃およびアルゴンを用いた。エッチャントはシリコンに選択的に作用し、酸化物のエッチング速度は業界で知られているため、エッチング工程の終点は予め計算することができる。

【0046】また酸化物のエッチングの場合は、通常の酸化物に対する化学エッチング剤を使って湿式で行うこともできる。

【0047】こうして、この工程において、フォトレジスト32は除去される。図4は、シリコンをエッチングする前のマスク構造を示す。

【0048】エッチングマスク30に対して選択性をもつプラズマエッチングは、好ましくはシリコンから先端を形成する場合に用い、この場合のプラズマはSF₆、NF₃あるいはCF₄などのフッ素化ガスと、HClあるいはC₁₂などの塩素化ガスを含む。もっとも好ましいのは、SF₆とC₁₂およびヘリウムなどの添加剤を

含むプラズマである。

【0049】エッチングは、図5ないし図7に示すように、ウエハ上のすべての先端13が完全にマスク32の下方まで削り取られるまで続けられる。エッチングの間は、ファンデルワールス力、静電気力、電気化学的引力および／または引張り表面力がマスクを定位置に保持する役割を担っていると考えられる。

【0050】次の表1は、本発明の方法におけるパラメ

表1

パラメータ	実験範囲	好ましい範囲
C l ₂	9～20 sccm	8～12 sccm
S F ₂	5～55 sccm	45～55 sccm
H e	35～65 sccm	40～60 sccm
O ₂	0～20 sccm	0 sccm
電力	50～250 W	100～200 W
圧力	100～800 mTorr	300～500 mTorr
電極の間隔	1.0～2.5 cm	1.8～2.0 cm
エッチング時間	1～5.5 min	2～3 min

【0052】この実験においては、Lam490型エッチング装置を十分に冷却して使った。下方の電極はほぼ21℃に維持した。しかし、Lam480および490型エッチング装置は、冷却しなくても、特定の範囲においてはエッチングに使用できるであろう。

【0053】先端13のプラズマエッチングの最中における先端13の高さと幅の比を制御する主要な手段は、供給するガスと電力および圧力の組合せである。

【0054】段々鋭利になっていく第1の先端13と最後の先端13の間で機能に関係する形状への影響を最小にとどめながらエッチングを終点（すなわちアンダーカット地点を越えた箇所）まで継続する能力があると、アレーのすべての先端がほぼ同じ性質を有するようになる方法を実現できる。均一な高さと鋭利さを有する先端は、マスク30の材料、大きさおよび厚さを注意深く選定することによって得られる。

【0055】エミッタ端13のアレーを製造し、所望の寸法が得られたら、酸化物のマスク30は図8のように除去する。マスク30は、例えばフッ化水素酸（HF）溶液や他のHF含有混合物を用いる湿式エッチングなど、業界で知られたいかなる方法で除去してもよい。

【0056】本明細書で引用した米国特許および米国特許出願は、すべてその全体を記載したかのように参考として本明細書に組み入れる。

【0057】ここに詳細に述べた平らなパネルディスプレイに用いる鋭利なエミッタ端を形成する特別な方法は、先に述べたような目的と利点を十分に得ることができるものであるが、これらは単に本発明の現時点での好ましい態様の例示として述べたものであり、その詳しい説明は、特許請求の範囲に述べた構成に限定を加える意図ではない。例えば、本発明の方法は、均一なアレーの製造に関して説明したが、当業者ならば、この方法は、

一タの範囲を掲げたものである。この表には、本発明の特徴を調べ上げている最中に発見した値の範囲と、高さが0.70～1.75 μm、および底部の幅が1～1.5 μmの先端13をつくる際に最もよい結果を与える値の範囲を記した。当業者にとっては、他の高さや幅をもつ先端13を得るときにはこれらの値を変えればよいことは自明であろう。

【0051】

他の領域のイオン化および電子放出構造体、ならびにプローブ端などの鋭利な先端や装置を備えるのが望ましい構造体の微細機械加工にも適用できることは理解できるであろう。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、より均一な大きさの分布をもつ先端のアレーを形成できる。また本発明によれば、極めて鋭利な先端の良好な分布を実現できる。そして本発明によれば、さらに所望の先端の形状を劣化させることなくドライエッチングによるオーバーエッチングが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法により先端のアレーをエッチングしている最中におけるマスクで覆った基板の断面図。

【図2】本発明の方法により製造されるカソードエミッタ端を有する平らなパネルディスプレイの一画素の断面図。

【図3】本発明の方法によりマスクとパターン配列したフォトリソを蒸着ないし成長させた基板の断面図。

【図4】本発明の方法によりマスクがプラズマドライエッチングによって選択的に除去された後の図3の構造体の断面図。

【図5】本発明の方法によってエッチングを行っている最中における図4の構造体の断面図。

【図6】本発明の方法によってエッチングを進めている最中における、いくつかの先端が他のそれより先に鋭利になっている模様を示す図5の構造体の断面図。

【図7】本発明の方法によってエッチングを進めている最中における、先端がマスクを定位置にとどめながらほぼ均一になっている模様を示す図6の構造体の断面図。

【図8】エッチングが完了し、マスクが除去された後の鋭利なカソードを示す図7の構造体の断面図。

【図9】マスクがエッチングの最中に尖端から除去されたときに生じる不良構造体の断面図。

【符号の説明】

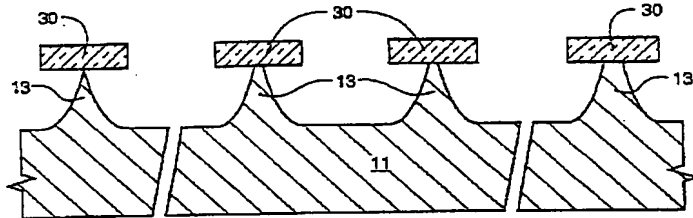
11 基板

13 エミッタ端

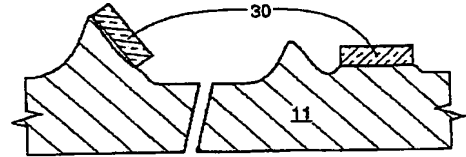
30 マスク

32 レジスト

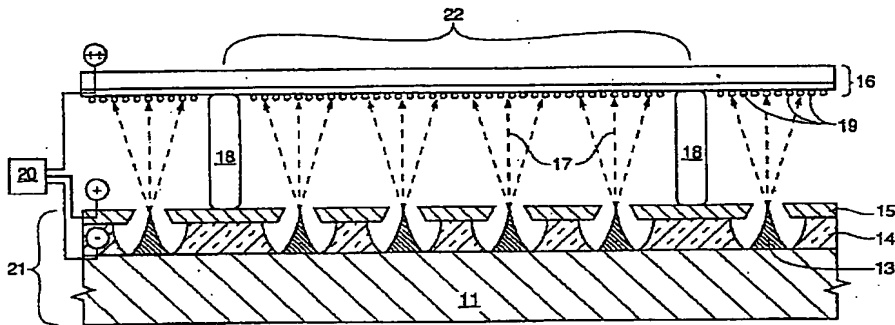
【図1】



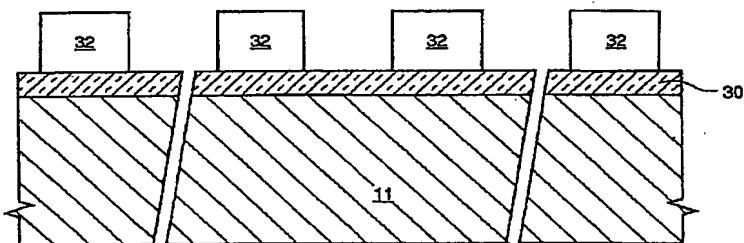
【図9】



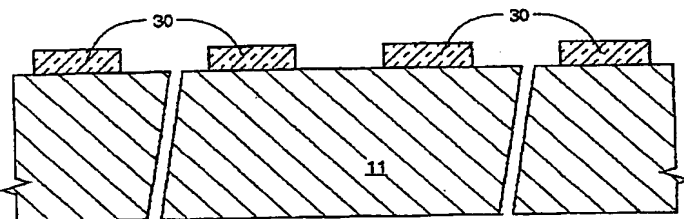
【図2】



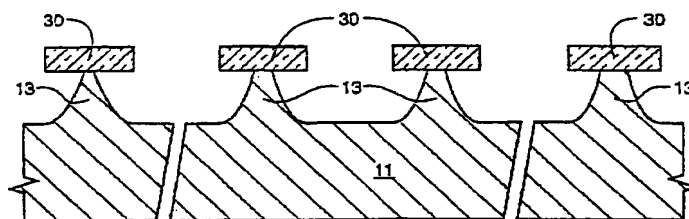
【図3】



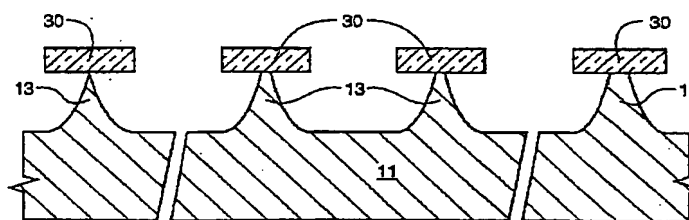
【図4】



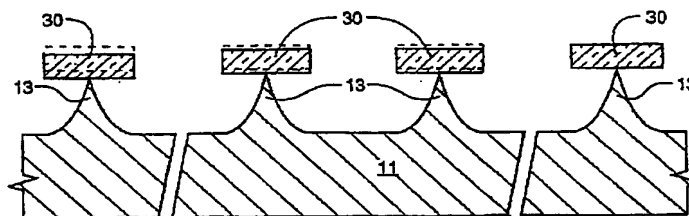
【図5】



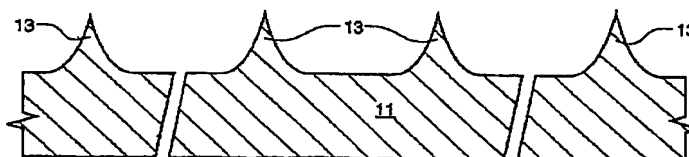
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 ケビン・ティジャデン
アメリカ合衆国、83705 アイダホ州、ボ
ーズ、クーテナイ 2412